

**BEST AVAILABLE COPY**

**APPLICATION**

**of**

**Joseph J. Engleson**

**and**

**Craig Chamberlain**

**for**

**UNITED STATES LETTERS PATENT**

**on**

**SYSTEM AND METHOD FOR COLLECTING DATA  
AND MANAGING PATIENT CARE**

**Docket No. IVACP-48832**

**Sheets of Drawing Figures: 12**

**Attorneys  
FULWIDER PATTON LEE & UTECHT, LLP  
10877 Wilshire Boulevard, 10th Floor  
Los Angeles, California 90024**

**EXPRESS MAIL NO. EM567942455US**

**109829**

System and Method for Collecting Data  
and Managing Patient Care

5

CROSS REFERENCE TO RELATED APPLICATIONS

This is a continuation-in-part of application Ser. No. 08/440,625, filed on May 15, 1995.

10

BACKGROUND OF THE INVENTION

The invention relates generally to systems for managing patient care in a health care facility, and more particularly, to systems for collecting data and controlling the delivery of patient care.

15 Medical institutions are faced with a competitive environment in which they must constantly maintain or improve profitability and yet simultaneously improve patient care. Several factors contribute to the ever increasing costs of health care, whether it is delivered to the patient in a hospital or out-patient clinic setting. Health care deliverers face increased complexity in the types of treatment and services 20 available, but also must provide these complex treatments and services efficiently, placing a premium on the institution's ability to provide complex treatment while maintaining complete and detailed medical records for each patient.

It is also advantageous to have a care management system that combines all of the various services and units of a health care institution into an interrelated 25 automated system to provide "just-in-time" delivery of therapeutic and other drugs to the patient. Such a system would prevent administering an inappropriate medication to a patient by checking the medication against a database of known allergic reactions and/or side-effects of the drug against the patient's medical history. The interrelated system should also provide doctors, nurses and other care-givers with updated patient 30 information at the bedside, notify the institution's pharmacy when an additional drug is required, or when a scheduled treatment is running behind schedule, and automatically update the institution's accounting database each time a medication or other care is given.

Inaccurate recording of the administration of drugs and usage of supplies involved in a patient's treatment results in decreasing revenues to the institution by failing to fully capture billing opportunities of these actual costs. Inadequate management also results in a failure to provide an accurate report of all costs involved

5 in treating a particular illness.

In many hospitals and clinical laboratories, a bracelet device having a patient's name printed thereon is permanently affixed to a patient upon admittance to the institution in order to identify the patient during his or her entire stay. Despite this safeguard, opportunities arise for patient identification error. For example, when a

10 blood sample is taken from a patient, the blood sample must be identified by manually transcribing the patient's name and other information from the patient's identification bracelet. In transferring the patient's name, a nurse or technician may miscopy the name or may rely on memory or a different data source, rather than actually reading the patient's bracelet.

15 Moreover, manually transferring other information, such as the parameters for configuring an infusion pump to dispense medication may result in errors that reduce the accuracy and/or effectiveness of drug administration and patient care. This may result in an increased duration of treatment with an attendant increase in costs.

20 Hospitals and other institutions must continuously strive to provide quality patient care. Medical errors, such as where the wrong patient receives the wrong drug at the wrong time, in the wrong dosage or even where the wrong surgery is performed, are a significant problem for all health care facilities. Many prescription drugs and injections are identified merely by slips of paper on which the patient's name

25 and identification number have been handwritten by a nurse or technician who is to administer the treatment. For a variety of reasons, such as the transfer of patients to different beds and errors in marking the slips of paper, the possibility arises that a patient may be given an incorrect treatment. This results in increased expense for the patient and hospital that could be prevented using an automated system to verify that

30 the patient is receiving the correct care.

Various solutions to these problems have been proposed, such as systems that use bar codes to identify patients and medications, or systems allowing the bedside entry of patient data. While these systems have advanced the art significantly, even more comprehensive systems could prove to be of greater value.

5       What has been needed, and heretofore unavailable, is an integrated, modular system for tracking and controlling patient care and for integrating the patient care information with other institutional databases to achieve a reliable, efficient, cost-effective delivery of health care to patients. The invention fulfills these needs and others.

10

#### SUMMARY OF THE INVENTION

Briefly and in general terms, the present invention provides a new and improved patient management system capable of monitoring, controlling and tracking the administration of care in a health care institution.

15       Generally, the patient management system comprises a number of CPUs having a variety of input and output devices for receiving patient data and for generating or displaying reports. A system of software programs operates on the CPUs to record, process, and produce reports from a database whose data is representative of the care a patient receives in the institution. The CPUs are connected together, along  
20       with at least one dedicated file server, to form a network. Patient data is input by users of the personal computers, and is stored in a data storage device connected to the file server.

More specifically, in a more detailed aspect by way of example and not necessarily of limitation, the patient management system includes a pharmacy  
25       computer, a nursing station CPU including a video display and printer and bedside CPUs connected to various clinical devices such as infusion pumps for providing medication to a patient and a barcode reader for reading barcode labels either affixed to the patient's identification bracelet or a label on a medication container. In operation, the patient management system verifies that the right medication is being dispensed to  
30       the right patient in the right dosage via the right delivery route at the right time by

maintaining a database of information relating to the patient, the patient's condition, and the course of treatment prescribed to treat the patient's illness.

The patient wears an identification device that includes a barcode that can be read by a barcode reader connected to the bedside CPU. Medication to be administered to the patient in the course of the patient's treatment is identified with a label that is printed by a barcode printer in the pharmacy or by the manufacturer's supplied barcodes on unit dose packaging. When the medication is administered to the patient by a care-giver, the care-giver uses the barcode reader connected to the bedside CPU to read the barcode on the patient's identification device and the barcode on the label identifying the medication to be dispensed. The patient management system compares the patient's identity with the medication and verifies that it is the correct medication for the patient. Additionally, the caregiver may also have an identification device that bears a barcode with the caregiver's name and other information. Using the barcode reader, the care giver's identity can thus be stored in the database and linked to the treatment given to the patient to ensure complete and accurate tracking of all treatment given to the patient.

In another aspect, an identification system is provided that is passive in nature. That is, the system operates to automatically detect and identify an individual, such as a patient and/or caregiver without any particular action being required on the part of the individual. In a further aspect, an RF transponder is mounted at a patient's room or treatment area and automatically detects an identification device, such as a wrist band, on the individual to identify the individual. The identification device may comprise an electrical circuit.

In a further aspect, the patient management system also includes the capability of recording the present location of each clinical device in the institution, and maintains a history of the device usage in a device usage and event database. This database may also include a history of a device's maintenance and calibration.

In another aspect, the patient management system includes the ability to track usage of consumable supplies within the various units of the health care institution. This assists in managing the inventory of consumable supplies to ensure

administration to project supply usage and thus purchase supplies in quantities that ensure cost discounts without incurring excessive inventory carrying costs.

In yet another aspect, the patient management system employs RF (radio frequency) transmitters and receivers to connect the various hardware elements of the system together into a local area network. This aspect is advantageous in that it provides increased flexibility in positioning of the hardware elements of the network while eliminating the need for costly network wiring throughout the institution.

These and other advantages of the invention will become apparent from 10 the following more detailed description when taken in conjunction with the accompanying drawings of illustrative embodiments.

#### BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

15 FIGURE 1 is a graphic representation of a care management system incorporating principles of the present invention and illustrating details of the hardware elements and local area network;

20 FIG. 2 is a functional block diagram of the care system of FIG. 1 additionally showing an interface with other institutional information management systems;

FIG. 3 is a functional block diagram of the software modules that comprise the care system of FIGS. 1 and 2;

25 FIG. 4 is a graphic representation of a patient identification bracelet including a barcode that can be read by a barcode reader;

FIG. 5 is a drawing of a barcode label affixed to a medication container 30 that can be read by a barcode reader;

koordinatsystem förutsätts känd. Dessutom ingår en beräkningsanordning som med signaler från den positionsbestämmande apparaturen och lägesrelationsanordningarna beräknar den bearbetande delens läge i det fasta koordinatsystemet. Uppfinningen kännetecknas också av att den lägesbestämmande apparaturen innehåller en orienteringsmätande anordning så att apparaturen mäter momentant såväl position som orientering av nämnda ställe hos arbetsmaskinen i det fasta koordinatsystemet, och att beräkningsanordningen omräknar mätresultatet från den lägesbestämmande apparaturen och lägesrelationsanordningarna till att ge den bearbetande delens momentana såväl position som orientering i det fasta koordinatsystemet.

10

Den positions- och orienteringsbestämmande apparaturen kan innehålla dels en relativt sett långsam, noggrann bestämninganordning, som med tidsintervall noggrant mäter det aktuella läget och orienteringen hos maskinen, och dels en snabb bestämninganordning, som reagerar på positions- och/eller orienteringsändringar för att beräkna och uppdatera bestämningen mellan de nämnda tidsintervallen. Denna snabba bestämninganordning behöver då endast vara korttidsstabil eftersom en långsam drift korrigeras genom uppdatering från den längsammare anordningen.

15

Den relativt långsamma, noggranna positions- och orienteringsbestämningen kan ske med hjälp av en stationär mätstation, t.ex. ett geodetiskt instrument med automatisk målinriktning eller en radionavigeringsantenn, t.ex. för GPS (Global Positioning System), placerad i närheten av arbetsmaskinen för lägesbestämning i samverkan med detektoranordningen. Lutningarna kan också bestämmas med t ex inklinometrar och orienteringen kring vertikalaxeln t ex med kompass eller med ett nordsökande gyro.

20

Den korttidsstabila bestämninganordningen kan därvid innehålla en accelerometranordning hos maskinen för mätning av accelerationen hos maskinen i minst en

riktning, företrädesvis i flera inbördes olika riktningar, varvid beräkningsenheten dubbelintegrerar den eller de indikerade accelerationerna och uppdaterar senaste beräkningsresultatet av positionen i det fasta koordinatsystemet.

5 Vid behov av en snabb bestämning av en orienteringsändring utnyttjas företrädesvis ytterligare en accelerometer eller ett gyro för varje axel kring vilken vridning skall bestämmas. Signalerna från dessa givare används efter lämplig integrering samt omvandling från maskinens koordinatsystem till ett fast koordinatsystem, till att uppdatera lägesbestämningar för maskinen i det fasta koordinatsystemet. Ett lämpligt  
10 sätt att sammanväga informationen från de långsammare och de snabba givarna på ett optimalt sätt är att använda sig av Kalmann-filtrering.

15 Företrädesvis görs mätning och beräkning i intervaller ständigt under det att maskinen är i verksamhet. Beräkningsenheten beräknar efter varje mätning position, samt eventuellt arbetsriktning och arbetshastighet hos den bearbetande delen av verktyget under användande av senaste och tidigare beräkningsresultaten för läge. Beräkningsenheten kan även utnyttja tidigare beräkningsresultat för att förutsäga trolig placering, orientering, arbetsriktning och hastighet en viss tid i förväg för arbetsmaskinens bearbetande del.

20

## FÖRDELAR MED UPPFINNINGEN

25 Med uppföringen har man skapat ett mätsystem, som är enkelt att använda och som dessutom är relativt billigt. Redan befintliga stationer för inmätning av ett område kan utnyttjas för att styra arbetsmaskinerna. Detta innebär att specialutrustning för stationerna inte behöver köpas in eller forslas till arbetsplatsen speciellt för att användas vid uppföringen.

Genom att det är själva arbetsmaskinens position och orientering, som mäts, och den bearbetande delens läge därefter beräknas med hjälp av signaler från lägesrelationsanordningarna, erhålls ett system, som kan utnyttja separata styr- och sensorsystem av vilket slag som helst för maskinen, speciellt beträffande beredningsmaskiner och grävmaskiner. Känsliga vridindikatorer på själva den skakande bearbetande delen kan undvikas.

#### KORT FIGURBESKRIVNING

10 Uppfinningen beskrivs närmare nedan under hänvisning till de bifogade ritningarna, där

15 FIG. 1 visar schematiskt en grävmaskin med en första utföringsform av ett mätsystem enligt uppföringen,

20 FIG. 2 visar ett blockschema på en accelerometeranordning,

25 FIG. 3 visar en andra utföringsform av ett system enligt uppföringen

FIG. 4 visar en utföringsform av en reflektorplacering på grävmaskinen i fig. 3,

FIG. 5A visar en utföringsform av en detektorenhet använd vid mätsystemet enligt uppföringen,

25 FIG. 5B visar ett första utförande av en detektor för anordningen i fig. 5A,

FIG. 5C visar ett andra utförande av en detektor för anordningen i fig. 5A,

FIG. 6 visar schematiskt en grävmaskin med en tredje utföringsform av ett  
mätsystem enligt uppfinningen.

FIG. 7 visar ett blockschema för ett helt mätsystem enligt uppfinningen.

5

FIG. 8 visar en bild på en bildskärm i grävmaskinens styrhytt

## DETALJERAD BESKRIVNING AV OLIKA UTFÖRINGSFORMER AV

10 UPPFINNINGEN

### Utföringsform 1

Enligt den i figur 1 visade utföringsformen är ett geodetiskt instrument 1 uppställt på  
ett markområde, som skall bearbetas. Instrumentet 1 är t.ex. ett elektroniskt distans-  
mätnstrument 2 med integrerad avstånds- och vinkelmätning av den typ, som kallas  
15 totalstation och som marknadsförs av SPECTRA PRECISION AB, dvs med  
kombinerad avancerad elektronik och datateknik. Instrumentets 1 position och  
horizontalvinkelläge mäts först upp på gängse sätt välkänt för fackmannen. Detta kan  
exempelvis göras genom mätningar mot punkter i området med förbestämda  
20 positioner, t.ex. kyrktorn e.d.

Ett geodetiskt instrument ger både avstånd och vertikal- och horisontalriktning mot  
ett mål, varvid avståndet mäts mot en reflektor, t.ex. av kubhörnstyp. Ett geodetiskt  
instrument är dessutom försett med en dator med inskrivbara data för mätningar som  
skall utföras och lagring av under mätningar erhållna data. Företrädesvis används för  
25 uppfinningen ett obemannat geodetiskt instrument, vilket innebär att instrumentet  
automatiskt söker efter och ställer in sig mot och följer ett avsett mål. Detta kan  
utgöras av samma reflektor som används för avståndsmätningen eller något annat

aktivt mål som beskrivs senare. Det geodetiska instrumentet beräknar positionen för ett mål i ett fast markbaserat koordinatsystem.

En arbetsmaskin i form av en markberedningsmaskin 3, t.ex. en markskrapmaskin, är för den långsammare, noggranna positionsmätningen i denna utföringsform försedd med en reflektorenhet 4 t ex ett kubhörnsprisma i en placering på maskinen, som är väl synlig från det geodetiska instrumentet 1, hur än maskinen vrider och vänder sig, på maskinens tak i detta fall, samt med en orienteringsbestämmande enhet 5a, 5b och en anordning 6 innehållande minst en accelerometer för accelerationsavkänning och eventuellt ytterligare en accelerometer eller en gyroenhets för rotationsavkänning.

Ett kubhörnsprisma reflekterar tillbaka en infallande stråle i motsatt riktning, även om infallsriktningen mot det är relativt sned. Det är väsentligt att reflektorenhet 4 inte vänder en icke reflekterande sida mot instrumentet 1. Den bör därför företrädesvis bestå av en uppsättning kubhörnsprismor placerade i ring omkring en axel.

Maskinens orientering i ett fast koordinatsystem i denna utföringsform bestäms av enheten 5a, 5b som t ex innehåller två lutningsgivare 5a för att bestämma lutningen mot en lodaxel i två vinkelräta riktningar samt en elektronisk kompass eller ett nordsökande gyro 5b för att bestämma orienteringen i ett fast koordinatsystem t ex i förhållande till nord.

Det är väsentligt att systemet kan följa snabba förlopp, eftersom maskinen under sitt arbete kan vicka till genom att den kör på en sten eller ner i en grop. En möjlighet till en korttidsstabil noggrann och snabb bestämning av positions- och orienteringsändringar i det maskinbundna koordinatsystemet, för efterföljande omvandling till det fasta koordinatsystemet, bör därför finnas. Med en sådan möjlighet kan positions-

och riktningsändringar bestämmas i intervallet mellan de långsammare positions- och orienteringsbestämningen av maskinen via totalstationen.

Därför är accelerometeranordningen 6 placerad på maskinen för indikering av  
5 snabba rörelser. Denna anordning 6 bör företrädesvis avkänna snabba rörelser och rotation hos maskinen i olika riktningar, för att ge en fullgod funktion. Ett minimikrav är dock att anordningen avkänner acceleration utmed en axel hos maskinen, och då företrädesvis dess normalt vertikala axel (z-axeln), eftersom noggrannhetskraven normalt är hårdast i denna riktning, då avsikten med markberedningen normalt är att  
10 åstadkomma en viss bearbetningsnivå i vertikalled. Företrädesvis bör dock anordningen 6 avkänna acceleration och/eller rotation i förhållande till tre olika axlar hos maskinen.

15 Accelerationsmätarna kan vara av vilken konventionell typ som helst och beskrivs och exemplifieras icke närmare, eftersom de icke utgör någon del av den egentliga uppfinningen. Deras utsignaler dubbelintegreras med avseende på tiden, för att ge en positionsändring. Detta kan ske i enheten 6 eller i en datorenhet 20 (se fig 8). De beräknde positionsförändringarna ges i maskinens koordinatsystem men omräknas sedan till det fasta koordinatsystemet, så att maskinens rörelser i det fasta koordinatsystemet hela tiden blir det som lopande indikeras. Dessa indikeringar sker med så  
20 korta intervall som är lämpade för det använda styrsystemet.

25 Det geodetiska instrumentet 1 kan ge absolutbestämningar av reflektorenhetens position i det fasta koordinatsystemet med ett tidsintervall på ca 0.2 - 1 sek, varvid data från anordningen 6 ger stöttning av mätsystemet däremellan.

Den markbearbetande delen 7, dvs skrapdelen på maskinens 3 skrapblad 8, är det, som egentligen skall indikeras i det fasta koordinatsystemet till läge, vridning i

horisontell och vertikal riktning samt helst även beträffande sin rörelseriktning och rörelsehastighet.

Maskinens egen lägesrelationsgivare (ej visad) ger underlag för beräkning av skrapdelens 7 momentana position i maskinens koordinatsystem. Avkänning och beräkning av skrapbladets momentana inställning i förhållande till maskinen med geometriska beräkningar är välkänd teknik och behöver därför icke beskrivas närmare. Kombinationen av information från de olika sensorerna till en slutlig position och orientering i det fasta koordinatsystemet sker lämpligen i huvuddatorn 20. En lämplig metod att erhålla en optimal kombination av informationen från de olika sensorerna för bestämning av aktuell position och orientering är användande av Kalmann-filtrering.

Figur 2 visar schematiskt en accelerometeranordning 6 för avkänning utmed en axel hos maskinen och med rotationsavkänning kring en vinkelrät axel. Därvid avkännes accelerationerna  $a_1$  och  $a_2$  med accelerometer ACC 1 och ACC 2. Genom kombination av dessa två mätvärden och med kännedom om avståndet  $d$  mellan accelerometerna kan vridning och acceleration hos någon vald punkt (A) beräknas. Genom tre likadana uppsättningar kan givetvis acceleration längs och vridning kring tre axlar bestämmas. Som alternativ eller komplettering kan rotationsändringarna kring en eller flera axlar bestämmas m h a gyron.

#### Utföringsform 2

Markberedningsmaskinen 3 i figur 3, är för den långsammare, noggranna orienteringsbestämningen kring vertikalaxeln i denna utföringsform försedd med två reflektorenheter 4a och 4b i en placering på maskinen, som är väl synlig från det geodetiska instrumentet 1. I utföringsformen enligt fig. 3 är de placerade med en i huvudsak fast placering i förhållande till varandra och maskinen. Möjligheten att ha

reflektorerna flyttbara mellan olika "fasta" positioner för att få en lämplig orientering i förhållande till mäteinstrumentet är uppenbar. Var och en av dem bör företrädesvis bestå av en uppsättning kubhöönsprismor placerade i ring omkring en axel.

5 Maskinens tredimensionella placering och orientering i ett fast, eller i förhållande till mäteinstrumentet definierat, koordinatsystem uppmäts genom mätningen mot reflektorenheterna 4a och 4b, vilka har en bestämd eller bestämbart placering i maskinens koordinatsystem. Genom bestämning av reflektorens positioner i det fasta koordinatsystemet kan då maskinens orientering i detta koordinatsystem bestämmas, vilket innebär att transformationen mellan koordinatsystemen blir definierad.

10 Reflektorenheterna 4a och 4b i figur 3 har var sin inriktningsindikator 12 och 13, som ger riktningsanvisning för det geodetiska instrumentet beträffande det mål eller den reflektor, mot vilken dess momentana inriktning skall göras i och för mätning mot detta mål. Riktningsindikatorn kan vara av olika typer bara den riktar in det geodetiska instrumentet automatiskt mot den mätflektorn, som för ögonblicket skall tjäna som mål för mätningen.

15 20 Riktningsindikatorerna är dock i den i figur 3 visade utföringsformen lyselement, företrädesvis med en speciell modulation och våglängdskaraktär särskiljbar från omgivningsljuset, och visas här placerade under sin respektive målreflektor och företrädesvis så att deras ljus syns från alla håll. Det geodetiska instrumentet 1 är härvid lämpligen under själva avståndsmätaren 2 försett med en sökar- och inställningsenhet 14, som söker mot en ljussignal, och därvid med samma modulation och våglängdskaraktär som lyselementen. Var och en av inriktningsindikatorna 12 och 13 kan lämpligen bestå av flera lyselement arrangerade i en ring på samma sätt som reflektorerna för att täcka en stor horisontalvinkel.

Lyselementen i 12 och 13 tänds omväxlande med varandra i sådan takt att sökar- och inställningsenheten 14 hinner ställa in sin inriktning mot det lysande av lyselementen, och mätning av avstånd och inriktning mot dess tillhörande mål hinner 5 göras. Mätning utförs i sekvens mot de båda reflektorenheterna 4a och 4b.

Alternativt kan tre (eller flera) reflektorenheter med lyselement vara placerade på förbestämda platser på maskinen, varvid mätning mot dessa mål med beräkningar ger position, inriktning och orientering av maskinen i ett tredimensionellt fast 10 koordinatsystem.

Figur 4 visar en annan utföringsform av en målenhet 30, mot vilken det geodetiska instrumentet 1 kan mäta för att få lägesdata för maskinen 3. Målenheten innehåller i 15 detta fall en skiva 31, som roterar omkring en mot skivan normal axel 32. Ett mål, här i form av en reflektor 33, t.ex. en ring av reflektorer av kubhörnstyp, är monterad nära skivans 31 periferi. Det väsentliga med denna utföringsform är att reflektorn 33 roterar omkring en axel 32, varför den istället kan vara monterad på en roterande arm (icke visat). Den som reflektor utformade detektorenheten 33 är således flyttbar mellan positioner med bestämbbara lägen i förhållande till arbetsmaskinen och en 20 indikeringenhet t ex en encoder (icke visad) indikerar kontinuerligt läget.

Ett ytterligare alternativt sätt för bestämning av maskinens orientering är att använda en servostyrd optikenhet som automatiskt inriktar sig mot det geodetiska instrumentet. Med t ex en encoder kan optikenhetens inriktning avläsas i maskinens koordinatsystem. En utföringsform av detta visas i figur 5A - 5C. Minst en servostyrd 25 optikenhet 26-29 inriktar sig mot det geodetiska instrumentet. I detta fall är optikenheten sammanbyggd med reflektorn, vilket ger fördelen att denna kan bestå av ett enkelt prisma och ej en prismaring. Dock kan enheterna också vara separerade. För

optikenheten är det lämpligt att utnyttja det geodetiska instrumentets mätstråle eller en med denna parallell stråle.

I den i figur 5A visade utföringsformen är optikenheten 26 placerad bredvid den i snitt visade reflektorn 25. Optikenheten består av en lins eller linssystem 27 och en positionskänslig detektor 28. Linsen/linssystemet fokuserar mätstrålen på detektorn 28, som t.ex. är en kvadrantdetektor, såsom visas i figur 5B. Det geodetiska instrumentets 1 mätstråle kan härvid användas även för inriktningsanordningen om strålen är tillräckligt bred. Alternativt och ur teknisk synpunkt företrädesvis är dock instrumentet försett med en extra ljuskälla, t.ex. laser, som mot enheten 26 - 28 sänder en smal ljusstråle, som då kan ha helt annan karaktär, t.ex. annan våglängd, än den mot reflektorn 25 sända mätstrålen, och är parallell med och anordnad med samma avstånd från mätstrålen som rörets 26 centerlinje från reflektorns 25 centerlinje.

15

Ett tredje alternativ är att placera ett kubhörnsprisma för inriktning på referensstationen (icke visat) och en ljuskälla 23 (streckat ritad) intill optikenheten (26-28). Då fås en från prismat reflekterad stråle som fokuseras på kvadrantdetektorn då optikenheten är rätt inriktad mot stationen.

20

Vid användning av en kvadrantdetektor 28 kan servostyrningen ske så, att deldetektorerna får så likartad belysning som möjligt. Dylika detektorer är i och för sig välvärda, liksom deras användning vid olika typer av servostyrningsarrangemang 29, och beskrivs därför icke närmare.

25

Optikenheten är rörligt och styrbart monterad på maskinen och eventuellt integrerad med reflektorn. Genom servostyrningen av servomotorer (icke visade) inriktas optikenheten så, att signalerna från detektorn 28 balanseras, vilket innebär att

enheten är orienterad i mätstrålens riktning. Inriktning i förhållande till arbetsmaskinen kan avläsas t.ex. med någon typ av enkoder, eller med annan typ av avkänning av de stynda servomotorernas momentana inställningslägen.

5 Ovanstående inriktning kan ske i både horisontell och vertikal led, men komplexiteten reduceras avsevärt om man begränsar sig till styrning i horisontalled. Detta är ofta tillräckligt då maskinens lutning normalt är måttlig i förhållande till normalplanet. I ett sådant fall kan detekteringen göras med hjälp av en i sidled långsträckt detektor och en cylinderlins som samlar strålningen inom ett visst vertikalvinkelområde mot detektorn. Eftersom figur 5A visar en tvärsektion stämmer den även vid denna utföringsform. Detektorn kan utgöras av t ex en endimensionell rad av element av t ex CCD-typ, såsom visas i figur 5C.

15 Kändedom om riktningen från det geodetiska instrumentet till lägesdetektorn, vilket ges av det geodetiska instrumentet, tillsammans med enkoderavläsningen, som ger maskinens orientering i förhållande till det geodetiska instrumentet, ger således maskinens orientering i ett fast koordinatsystem.

20 Servostyrningen av målreflektorn gör att man ständigt får information om fordonets inriktning i förhållande till det geodetiska instrumentet 1.

### Utföringsform 3

I de ovan beskrivna utföringsformerna har positionsmätning skett genom mätning mot ett eller flera mål på mätföremålet från en geodetiskt instrument 1. Positions- 25 mätning kan även ske med hjälp av radionavigation, t.ex. GPS (Global Position System), genom att placera en eller flera radionavigationsantennor på mätföremålet och en på en stationär station vid sidan av.

I den i figur 6 visade utföringsformen sitter en radionavigationsantenn 50, som här visas mottaga signaler från ett antal GPS-satelliter 49, vid periferien på en roterande skiva 51 på den övre delen av en grävmaskin 52. Antennpositionen indikeras i en radionavigations-mottagare 55 i minst två förbestämda rotationslägen hos skivan 51 i relation till grävmaskinen 52. Skivan roterar så långsamt att antennpositionen i varje rotationsläge kan indikeras med noggrannhet men ändå så snabbt, att normala rörelser hos grävmaskinen inte inverkar menligt på mätresultatet.

En referensstation 1' med en annan radionavigationsantenn 53 med mottagare 54 är monterad på en station, som är placerad på ett förbestämt ställe i naturen med känd position något vid sidan av den mark, som skall bearbetas. En differentiell positionsbestämning erhålls genom radioöverföring mellan radionavigationsmottagaren 54 och beräkningsebheten 20 i maskinen 52. Man beräknar maskinens momentana position med s.k. RTK-mätning (Real Time Kinematic). En beräkning av detta slag är i och för sig välkänd och behöver inte beskrivas närmare.

Den enda skillnaden mot tidigare utföringsformer är att positionsbestämningen mot målet/målen görs med GPS-teknik i stället för genom mätning med totalstation. I övrigt kan orienteringsbestämning och bestämning av snabba förflyttningar och vridningar ske på samma sätt som beskrivits i tidigare utföringsformer.

#### Gemensamt blockschema

Figur 7 visar ett blockschema enligt uppfinningen som är tillämpligt på samtliga utföringsformer. Det kan påpekas att, vid positionsbestämning med ett geodetiskt instrument, positionsdata för målet samlas in i referensstationen 1 och överförs till maskinen via radiolänk, medan i GPS-fallet det är korrektionsdata från mottagaren 54 som överförs från referensstationen 1' till maskinen och att positionsdata

framräknas i beräkningsenheten 20 med utgångspunkt från data från mottagarna 54 och 55.

5 Beräkningsenheten 20 beräknar således genom sammanställning av data från referensstationen 1 och i GPS-fallet mottagaren 55 tillsammans med data från orienteringssensorer 5, accelerometeranordning 6 och givare för relativ position 11, skrapbladets momentana läge i det fasta koordinatsystemet, dvs omvandlat från maskinens koordinatsystem. Givarna för relativ position 11 kan t ex utgöras av encodrar eller potentiometergivare kopplade till länkarna som förbinder den bearbetande delen med maskinen. Beräkningsenheten 20 är företrädesvis placerad i maskinen.

10 Den önskade markberedningen i det fasta koordinatsystemet är inprogrammerad antingen i det geodetiska instrumentets 1 eller företrädesvis maskinens 3 dator 20. 15 Denna är försedd med en presentationsenhet 9, företrädesvis en bildskärm, som för maskinskötaren (icke visad) presenterar dels hur maskinen 3 och dess skrapblad 8 skall manövreras utifrån det momentant befintliga läget och dels dess momentana avvikelse från önskad manövrering. Alternativt och företrädesvis sker en automatisk styrning av bearbetningsdelen till avsedd höjd och orientering med hjälp av 20 styrutrustningen 12 bestående av t ex hydrauliska manöverorgan som styrs från enheten 20.

25 Maskinskötaren måste ibland göra avvikelser från närmast till hands liggande arbetsmönster på grund av hinder av olika slag, såsom stenar e.d., som inte finns medtagna i den i det geodetiska instrumentet inprogrammerade kartbilden på önskad struktur hos markberedningsområdet.

Det är även möjligt att för maskinskötaren på bildskärmen 9 visa en inprogrammerad kartbild på önskad beredning och skrapdelens 7 befintliga läge och rörelseriktning i kartbilden. Information mellan det geodetiska instrumentet 1 och maskinen 3 kan skickas trådlöst i båda riktningar, såsom antyds med den zickzackade förbindelsen 5. Datorn i den ena eller den andra av dessa enheter kan väljas att utgöra den huvuddator, som utför de väsentliga beräkningarna användbara för maskinens 3 arbete med skrapbladet, men företrädesvis görs detta i enheten 20. Det väsentliga här 10 är att beräkning av skrapbladets position och orientering görs i det fasta koordinatsystemet, oavsett var, att det geodetiska instrumentet och elektroniska enheter i maskinen har dataöverförande förbindelse med varandra, och att maskinskötaren får en lättfattlig presentation av vad som skall göras och vad som är färdigt.

Figur 8 visar ett exempel på en bild, som kan presenteras för maskinskötaren på presentationsenheten 9. Här överlagras en bild av skrapbladet med en inriktningsmarkering på en kartbild med önskad profil över markberedningsområdet, varvid 15 bilden av skrapbladet ju förflyttar sig över kartbilden under arbetets gång. Presentationsenheten 9 kan vara delad och även visa en profilbild med skrapbladet placerat vertikalt över eller under önskad marknivå och med angivande av höjdskillnad gentemot denna.

Den verkliga marknivån behöver inte visas. Dock kan det vara lämpligt att visa 20 markpartier med den önskade höjden tydligt i bilden för maskinskötaren, så att han vet var han skall sätta in sitt arbete. Det är då möjligt att ha en funktion, som ger markpartier med en liten skillnad inom en förbestämd toleransnivå mellan verlig 25 och önskad nivå en förbestämd färg, t.ex. grön.

Det är även möjligt att, t.ex. såsom visas streckat i kartbilden, visa en skuggbild av skrapbladet för att indikera att det ännu inte befinner sig på rätt nivå. Det ser därvid

ut som om skrapbladet svävar över marken, och maskinskötaren får en åskådlig indikering av hur djupt maskinen måste skrapa för att få skuggbilden att föras ihop med bilden av skrapbladet. Det är vid uppförningen lämpligt att det är de önskade nivåerna för markberedningen som visas på kartbilden, varför det är skuggbildens läge som indikerar var skrapbladet 7 befinner sig normalt mot kartans plan. Kartbilden över den verkliga markstrukturen är ointressant att visa i detta sammanhang.

10 Beräkning av position och vridning av maskinen både i vertikal och horisontell riktning görs i det fasta koordinatsystemet, samt efterföljande beräkning av skrapbladets momentana position och vridningsvinkelar efter omvandling från maskinens koordinatsystem till det fasta koordinatsystemet. Därefter följer en ny sekvens med samma mätningar och beräkningar med efterföljande beräkning av skrapbladets förflyttning från förra mätningen, varigenom bladets riktning och hastighet erhålls och presenteras på presentations-enheten 9.

15

Dessa mätsekvenser upprepas under maskinens skraparbete, varigenom maskinskötaren hela tiden under arbetets gång får momentana data beträffande skrapbladets läge, inriktning, förflyttningsriktning och hastighet i det fasta koordinatsystemet och således får en mycket god uppfattning om hur arbetet fortlöper gentemot den önskade markberedningen, och hur maskinen skall manövreras.

20

25 Det geodetiska instrumentet kan endast utföra sina inställningar och mätningar i en relativt långsam takt i det fasta koordinatsystemet. Accelerometeranordningen utnyttjas för att uppdatera mätresultaten i mellantiderna. En speciell fördel med denna uppdateringsfunktion mellan upgraderingarna med det geodetiska instrumentet är att, eftersom mätning mot de båda mätmålen 4a och 4b i fig. 3 ju inte kan genomföras samtidigt, det är möjligt att med uppdateringen åstadkomma, att

fördräjningen mellan de sekventiella mätningarna mot reflektorerna blir kompenserad.

5 Genom att maskinens förflyttningsriktning och hastighet beräknas lopande är det lämpligt att av tidigare beräkningsdata framräkna en förutsägbar placering och orientering för både maskin och bearbetande del en viss tid i förväg. Hur sådana beräkningar utförs med hjälp av de senaste och tidigare beräknade data är uppenbart för fackmannen och beskrivs därför icke närmare.

10 Många modifieringar av de visade utföringsformerna är möjliga inom den ram, som ges av de bifogade patentkraven. Det är således möjligt att ha blandformer med både prismor och radionavigations-antennar som lägesdetektor-enheter. T.ex. kan en geodetiskt instrument läges- och rotationsinriktningsbestämmas med hjälp av en eller fler radionavigations-antennar, t.ex. en på det geodetiska instrumentet och en ett stycke på avstånd från den. Andra typer av arbetsmaskiner än de visade, där man vill ha lopande information om position, vinkellägen och arbetsriktning under arbetets gång, som t.ex. lyftkranar, muderverk e.d, lämpar sig utmärkt att förses med uppföringen. Varje angiven beräkningsenhet är lämpligen en dator eller ett delprogram i en dator, såsom är brukligt nuförtiden.

## PATENTKRAV

1. Anordning för att bestämma läget för en bearbetande del av ett verktyg på en arbetsmaskin med en lägesbestämmende apparatur (1, 4, 5a, 5b, 6; 1, 4a, 4b, 5a, 5b, 6; 31, 33; 49, 50, 51, 1', 53) innehållande minst en detektorutrustning (4, 5a, 5b, 6; 4a, 4b, 5a, 5b, 6; 31, 49, 50, 51, 53) placerad på ett ägnat ställe på arbetsmaskinen (3; 52) för att bestämma detta ställes position i ett fast koordinatsystem, samt med minst en lägesrelationsanordning (11) för att bestämma den bearbetande delens lägesrelation i förhållande till detektorutrustningen i ett maskinbundet koordinatsystem, samt en beräkningsanordning (20) som med signaler från den positionsbestämmende apparaturen och lägesrelationsanordningen beräknar den bearbetande delens läge i det fasta koordinatsystemet,

**kännetecknad av att**

den lägesbestämmende apparaturen innehåller en lutnings- och orienteringsmätande anordning (5a, 5b, 20; 4a, 4b, 20; 31, 20; 51, 20) så att apparaturen mäter momentant såväl position som orientering av nämnda ställe hos arbetsmaskinen i det fasta koordinatsystemet, och att beräkningsanordningen (20) omräknar mätresultatet från den lägesbestämmende apparaturen och lägesrelationsanordningen till att ge den bearbetande delens momentana position och/eller orientering i det fasta koordinatsystemet.

2. Anordning enligt krav 1, **kännetecknad av att** den lägesbestämmende apparaturen innehåller minst en detektorenhet (4) placerad fast på arbetsmaskinen och en norrsökande enhet (5b), såsom ett norrsökande gyro eller en elektroniskt avkännbar kompass, för momentan avkänning av arbetsmaskinens inriktningsförhållande till norr.

3. Anordning där den lägesbestämmande apparaturen innehåller en stationär mätstation (1;1') placerad i närheten av arbetsmaskinen för lägesbestämning i samverkan med detektoranordningen, enligt krav 1, **kännetecknad** av att den positions- och orienteringsbestämmande apparaturen innehåller antingen minst två detektoreenheter (4a, 4b) anordnade i fasta positioner relativt arbetsmaskinen, vilka i samverkan med den stationära stationen ger positioner fast i rummet för sina placeringar och vilkas inbördes uppmätta positioner ger orienteringen i rummet för den del av arbetsmaskinen där de är placerade, eller minst en rörlig detektorenhet (33;50) flyttbar mellan positioner med bestämbbara lägen i förhållande till arbetsmaskinen.

10

4. Anordning enligt krav 3, **kännetecknad** av att lägesdetektorenheten (33;50) är vridbar omkring en på avstånd från den placerad axel (32) i förhållande till arbetsmaskinen, varvid mätning mot lägesdetektorenheten indikeras när den intar bestämbbara vinkellägen runt axeln i förhållande till arbetsmaskinen.

15

5. Anordning enligt krav 1, **kännetecknad** av minst en på arbetsmaskinen placerad rörligt monterad och styrbar optikenhet (26-28,23), som inriktar sig mot den stationära mätstationen med hjälp av antingen den stationära stationens mätstråle eller en med denna parallell stråle eller en stråle utsänd från optikenheten och reflekterad i ett prisma hos den stationära stationen, varvid optikenhetens orientering i förhållande till arbetsmaskinen indikeras och överförs till beräkningsenheten (20) för bestämning av arbetsmaskinens orientering i det fasta koordinatsystemet.

20

6. Anordning enligt något av föregående krav, **kännetecknad** av att varje lägesdetektorenhet är minst en radionavigations-antenn (50, 53) med mottagare.

25

7. Anordning enligt något av kraven 1 - 5, **kännetecknad** av att den lägesbestämmande apparaturen innehåller ett geodetiskt instrument (1;1') med målsökningsfunk-

tion placerat på avstånd från arbetsmaskinen (3) och mätande mot minst ett mål, t.ex. en reflektor, på arbetsmaskinen.

5 8. Anordning enligt krav 7, **kännetecknad** av att varje mål (4a,4b) är försedd med en inriktningsindikator (12,13), som ger riktningsanvisning för det geodetiska instrumentet beträffande det mål, mot vilket dess momentana målsökning skall göras i och för mätning mot detta mål.

10 9. Anordning enligt något av föregående krav, **kännetecknad** av att beräkningsanordningen (20) är försedd med en inlagrad kartbild med önskad topografi över ett område, som skall bearbetas, och beräknade data för den bearbetande delen presenteras till läge och vinkellägen relativt kartbilden på en presentationsenhet (9)(fig. 8).

15 10. Anordning enligt något av föregående krav, **kännetecknad** av att den positions- och orienteringsbestämmande apparturen innehåller dels en relativt långsam, noggrann bestämninganordning (1,4; 1,4a,4b;53,50,51), som med tidsintervall noggrant mäter det aktuella läget och orienteringen hos maskinen, och dels en relativt snabb bestämninganordning

20 ACC; ACC1,ACC 2; 6), som reagerar på positions- och/eller orienteringsskillnad mot tidigare bestämning eller bestämningar för att beräkna och uppdatera bestämningen mellan de nämnda tidsintervallen.

25 11. Anordning enligt krav 10, **kännetecknad** av att den relativt snabba bestämninganordningen innehåller minst en accelerometeranordning (6; ACC 1; ACC 1, ACC 2) hos maskinen för mätning av accelerationen hos maskinen i minst en riktning, företrädesvis i flera inbördes olika riktningar, varvid beräkningsenheten (20) integrerar den eller de indikerade accelerationerna och uppdaterar senaste beräkningsresultatet av positionen i det fasta koordinatsystemet.

12. Anordning enligt krav 10, **kännetecknad** av att den relativt snabba bestämningsanordningen innehåller minst en rotationsindikering (6) för rotation runt minst en axel hos maskinen.

5

13. Anordning enligt något av föregående krav, **kännetecknad** av att beräkningsenheten (20) av tidigare beräkningsresultat beräknar trolig position, orientering, arbetsriktning och hastighet en viss tid i förväg för arbetsmaskinens bearbetande del.

10

14. Förfarande för att bestämma läget för en bearbetande del av ett verktyg på en arbetsmaskin, varvid arbetsmaskinens position bestäms på minst ett ägnat ställe på arbetsmaskinen i ett fast koordinatsystem, samt den bearbetande delens lägesrelation i förhållande till det ägnade stället bestäms i ett maskinbundet koordinatsystem, samt den bearbetande delens läge beräknas i det fasta koordinatsystemet,

**kännetecknat** av

mätning momentant av såväl position som orientering av nämnda ställe hos arbetsmaskinen i det fasta koordinatsystemet, och beräkning av den bearbetande delens momentana position och/eller orientering i det fasta koordinatsystemet med hjälp av resultatet av den momentana mätningen.

20

15. Förfarande enligt krav 14, **kännetecknat** av placering fast på arbetsmaskinen av minst en detektorenhet (4) och en norrsökande enhet (5b), såsom ett norrsökande gyro eller en elektroniskt avkännbar kompass för momentan avkänning av arbetsmaskinens inriktningsriktning i förhållande till norr.

25

16. Förfarande där lägesbestämningen sker med hjälp av en stationär mätstation (1;1') placerad i närheten av arbetsmaskinen för lägesbestämning i samverkan med

detektoranordningen, enligt krav 14, **kännetecknat** av att den positions- och orienteringsbestämningen sker antingen mot minst två detektorenhetar (4a, 4b) placerade i fasta positioner relativt arbetsmaskinen, vilka i samverkan med den stationära stationen ger positioner fast i rummet för sina placeringar och vilkas inbördes uppmätta positioner ger orienteringen i rummet för den del av arbetsmaskinen där de är placerade, eller mot minst en rörlig lägesdetektorenhet (33;50), som flyttas mellan positioner med bestämbbara lägen i förhållande till arbetsmaskinen.

5 17. Förfarande enligt krav 16, **kännetecknat** av vridning av lägesdetektorenheten (33;50) omkring en på avstånd från den placerad axel (32) i förhållande till arbetsmaskinen; mätning mot lägesdetektorenheten när den intar bestämbbara vinkellägen runt axeln i förhållande till arbetsmaskinen.

10 18. Förfarande enligt krav 14, **kännetecknat** av rörlig montering av minst en styrbar optikenhet (26-28,23) på arbetsmaskinen; inriktning av optikenheten mot den stationära mätstationen med hjälp av antingen den stationära stationens mätstråle eller en med denna parallell stråle eller en stråle utsänd från optikenheten och reflekterad i ett prisma hos den stationära stationen; indikering av optikenhetens orientering i förhållande till arbetsmaskinen; beräkning för bestämning av arbetsmaskinens orientering i det fasta koordinatsystemet.

20 25 19. Förfarande enligt något av kraven 14 - 18, **kännetecknat** av att mätningen momentant av såväl position som orientering utförs med hjälp av minst en radionavigations-antenn (50, 51) med mottagare.

20. Förfarande enligt något av kraven 14 - 18, **kännetecknat** av att mätningen momentant av såväl position som orientering utförs med hjälp av ett geodetiskt

instrument (1;1') med målsökningsfunktion placerat på avstånd från arbetsmaskinen (3) och mätande mot minst ett mål, t.ex. en reflektor, på arbetsmaskinen.

5 21. Förfarande enligt krav 20, **kännetecknat** av riktningsanvisning för det geodetiska instrumentet beträffande det mål, mot vilket dess momentana målsökning skall göras i och för mätning mot detta mål.

10 22. Förfarande enligt något av kraven 14 - 21, **kännetecknat** av inlägning av kartbild med önskad topografi över ett område, som skall bearbetas i en beräkningsanordning, och beräkning av data för den bearbetande delen och presentering av det till läge och vinkellägen relativt kartbilden på en presentationsenhet (9)(fig. 8).

15 23. Förfarande enligt något av föregående krav, **kännetecknat** av att positions- och orienteringsbestämningen utförs dels med en relativt långsam bestämning för att med tidsintervall mäta den aktuella positionen och/eller orienteringen hos maskinen, och dels med en relativt snabb bestämning (ACC1, ACC2, 6), som reagerar på positions- och/eller orienteringsskillnad mot tidigare bestämning eller bestämningar för att beräkna och uppdatera bestämningen mellan de nämnda tidsintervallen.

20 24. Förfarande enligt krav 23, **kännetecknat** av att vid den relativt snabba bestämningen:

accelerationsmätning i minst en riktning, företrädesvis i flera inbördes olika riktningar;

25 integrering av den eller de indikerade accelerationerna; och uppdatering av senaste beräkningsresultatet av positionen och/eller orienteringen i det fasta koordinatsystemet.

25. Förfarande enligt krav 23, **kännetecknat** av att vid den relativt snabba bestämningen utförs minst en rotationsindikering för rotation runt minst en axel hos maskinen.

5. 26. Förfarande enligt något av kraven 14 - 25, **kännetecknat** av beräkning med ledning av tidigare beräkningsresultat av trolig position, orientering, arbetsriktning och hastighet en viss tid i förväg för arbetsmaskinens bearbetande del.

10

## SAMMANDRAG

Uppfinningen avser en anordning och ett förfarande för att bestämma läget för en bearbetande del av ett verktyg på en arbetsmaskin med en lägesbestämmande apparatur (2, 4, 5, 6; 2, 4a, 4b, 5, 6'; 31, 33; 49, 50, 51, 1', 53). Minst en detektorutrustning (4, 5, 6; 4a, 4b, 5, 6'; 31, 33; 49, 50, 51, 53) är placerad på ett ägnat ställe på arbetsmaskinen (3; 52) för att bestämma detta ställes position i ett fast koordinatsystem. Minst en lägesrelationsanordning (11) för att bestämmer den bearbetande delens lägesrelation i förhållande till detektorutrustningen i ett maskinbundet koordinatsystem. En beräkningsanordning (20) beräknar med signaler från den positionsbestämmande apparaturen och lägesrelationsanordningen den bearbetande delens läge i det fasta koordinatsystemet.

Den lägesbestämmande apparaturen innehåller en lutnings- och orienteringsmätande anordning (5, 20; 4a, 4b, 20; 31, 20; 51, 20) så att apparaturen mäter momentant 15 såväl position som orientering av nämnda ställe hos arbetsmaskinen i det fasta koordinatsystemet. Beräkningsanordningen (20) omräknar mätresultatet från den lägesbestämmande apparaturen och lägesrelationsanordningen till att ge den bearbetande delens momentana position och/eller orientering i det fasta koordinatsystemet.

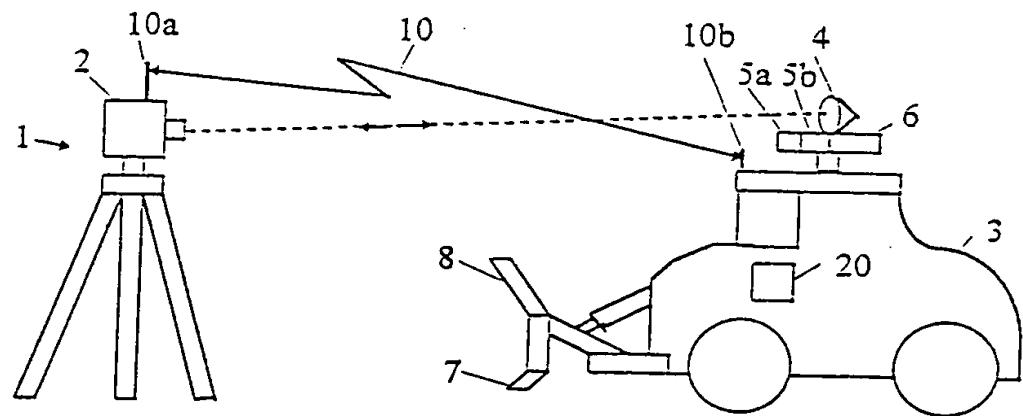


FIG 1

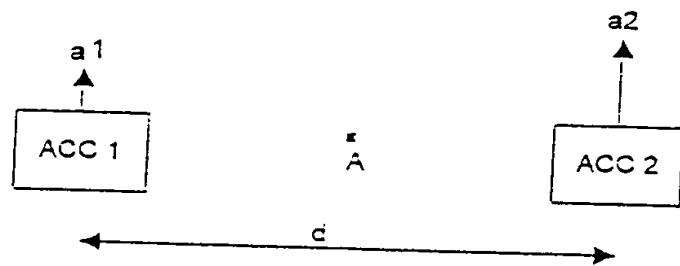


FIG 2

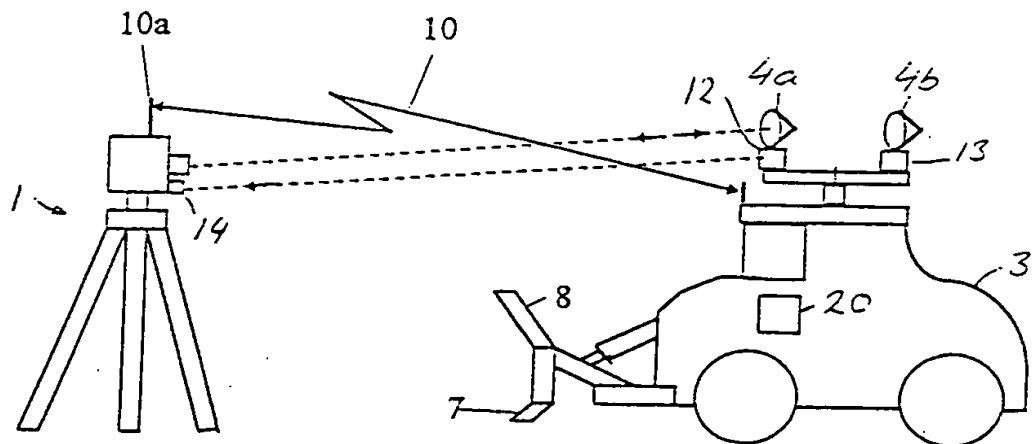


FIG 3

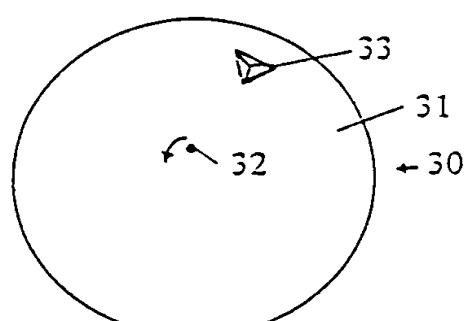


FIG 4

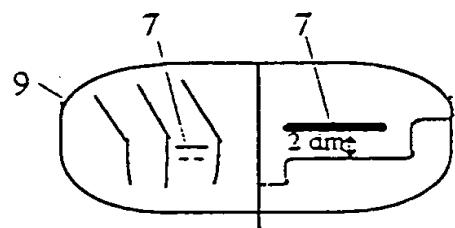


FIG 8

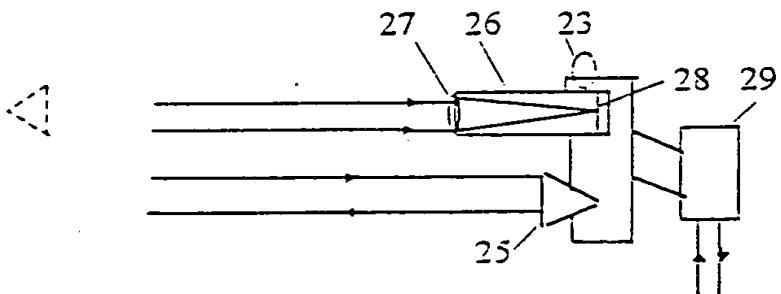


FIG 5A

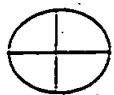
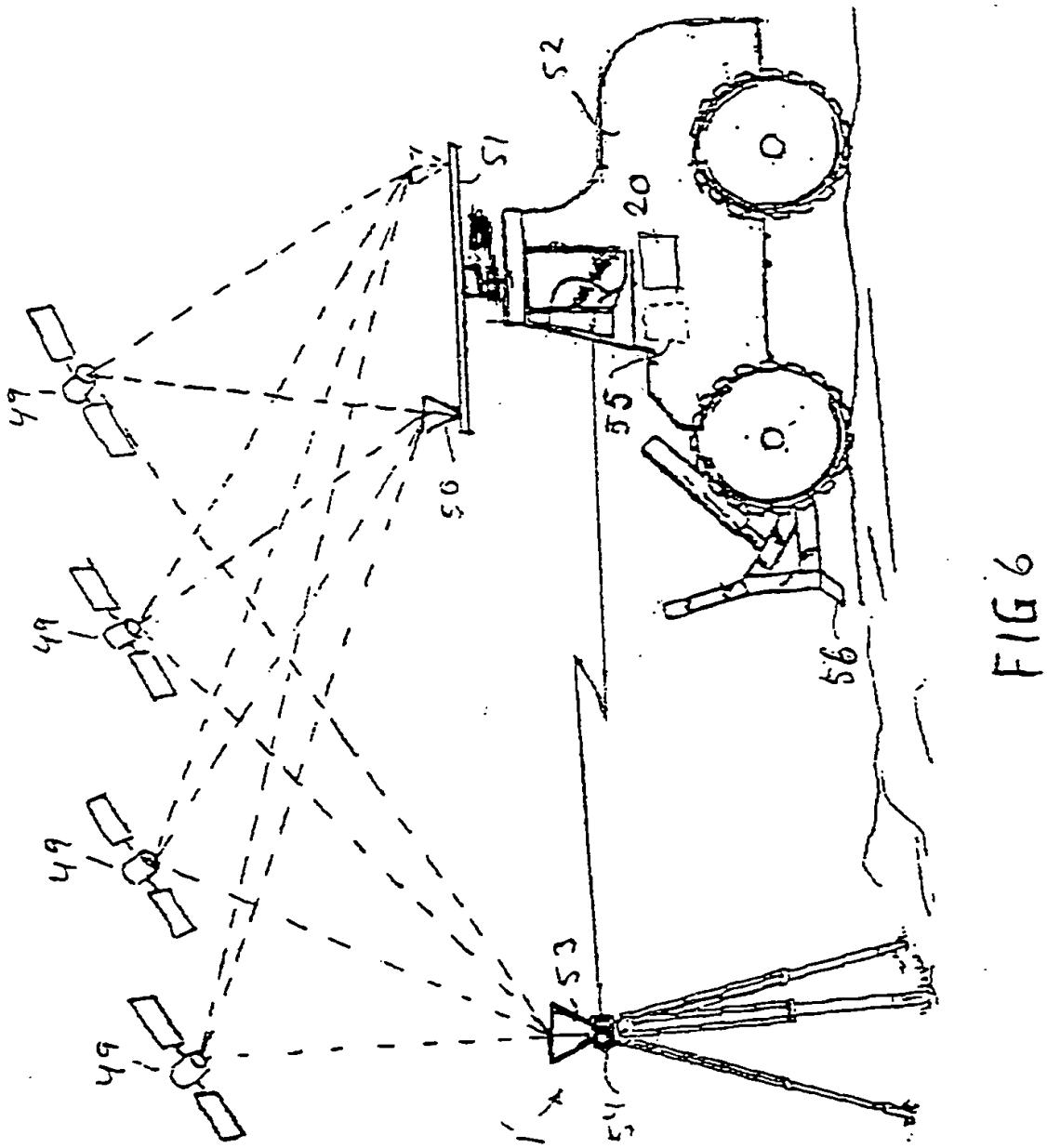


FIG 5B



FIG 5C



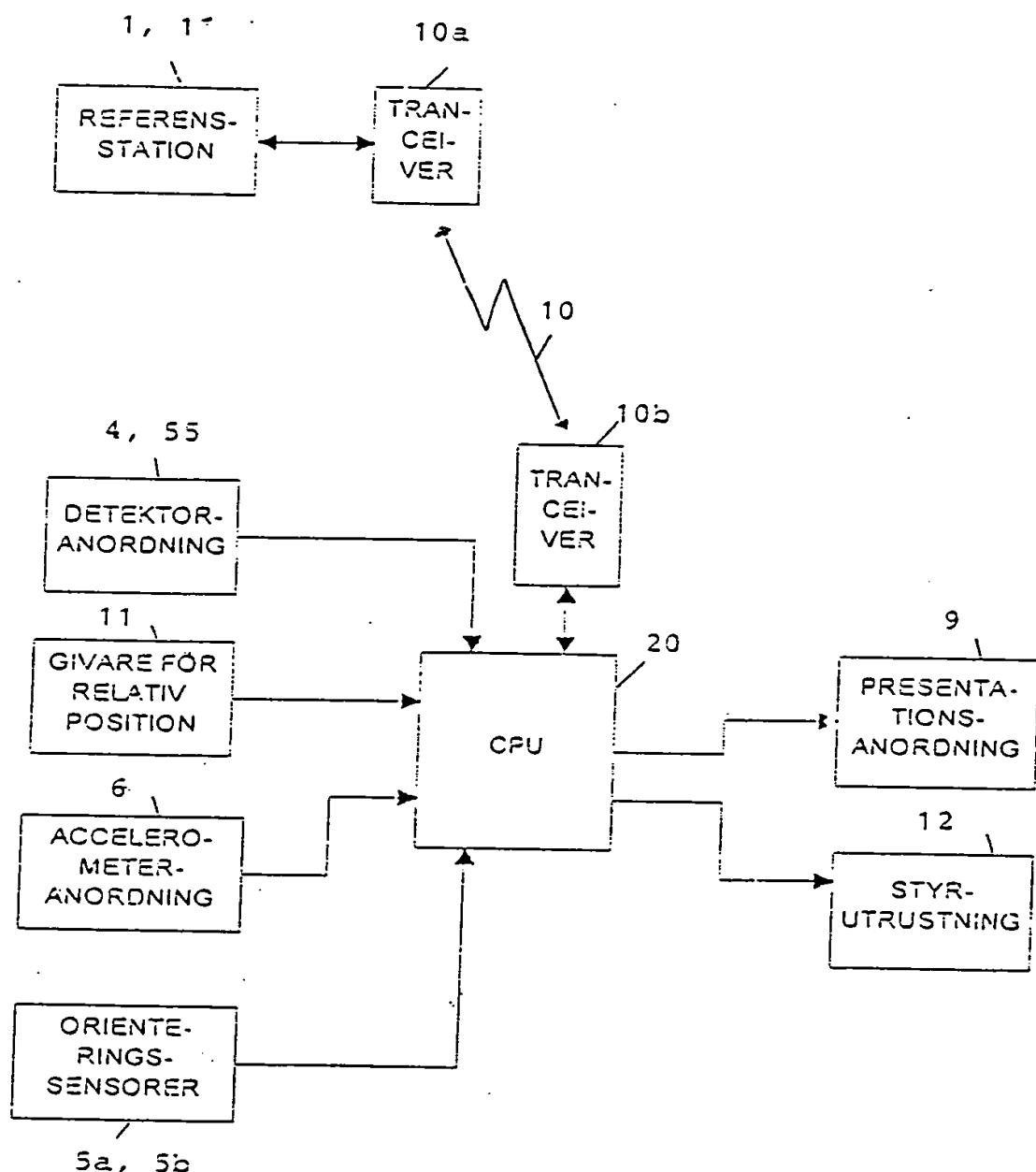


FIG 7